

Neural substrates of skilled vision : perceptual learning induces behaviourally relevant plasticity in human V1

Citation for published version (APA):

Been, M. M. (2012). *Neural substrates of skilled vision : perceptual learning induces behaviourally relevant plasticity in human V1*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Maastricht University. <https://doi.org/10.26481/dis.20121019mb>

Document status and date:

Published: 01/01/2012

DOI:

[10.26481/dis.20121019mb](https://doi.org/10.26481/dis.20121019mb)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

7 Summary

Summary

The neural changes that are induced by learning or exposure to stimuli are generally referred to as plasticity. The extent of adult plasticity in early sensory areas, however, is still a matter of debate, as well as the involved mechanisms. The present thesis contributed to this debate on four specific topics, by investigating (1) the presence of learning-induced changes in primary sensory cortex, (2) the time course of learning-induced plasticity at multiple levels of sensory systems to test Reversed Hierarchy Theory (RHT) (Ahissar and Hochstein, 2002, 2004; Ahissar et al., 2009) and Lowest Level Theories (LLT) (Karni and Bertini, 1997), (3) the link between attention and visual skill learning and (4) the evidence underlying the concept of consolidation. The collected research presented here; behavioural, TMS and fMRI research, has demonstrated evidence for the contribution of human area V1 to the formation of training-induced visual skill memories. Psychophysical evidence indicates that the plasticity mechanisms involved in memory formation lead to memory traces that remain highly malleable, rather than fully consolidated. The use of TMS revealed a contribution of V1 to plastic processes following the end of the very first training session, which requires modification of influential theories of perceptual learning. In visual skill learning tasks that require enhanced sensitivity to contrast, we found highly position-specific learning, and we also found an enhanced V1 fMRI response to stimuli at a low contrast belonging to the range of contrasts showing the greatest behavioural performance enhancement. However, the effects were too weak to support the hypothesis of skill as a form of hard-wired attention.

Samenvatting

Plasticiteit kan gedefinieerd worden als de neurale veranderingen gerelateerd aan het leren en blootstelling aan stimuli. De betrokkenheid van de vroege sensorische hersengebieden in het volwassen brein bij plasticiteit, is nog altijd open voor debat, evenals de mogelijke onderliggende mechanismen. Het onderzoek in deze thesis heeft bijgedragen aan dit debat door te focussen op de volgende vier onderwerpen; (1) het aanwezig zijn van door leren geïnduceerde veranderingen in primaire sensorische cortex, (2) het tijdsverloop van door leren geïnduceerde plasticiteit, en de betrokkenheid van verschillende niveau's van sensorische systemen, om zodoende de voorspellingen van de 'Reversed Hierarchy Theory' (RHT) (Ahissar and Hochstein, 2002, 2004; Ahissar et al., 2009) en 'Lowest Level Theories' (LLT) (Karni and Bertini, 1997) te testen, (3) de link tussen aandacht en visueel leren en (4) het bewijs onderliggend aan het concept van consolidatie. Het verzamelde onderzoek dat in deze thesis wordt gepresenteerd omvat zowel gedragsonderzoek evenals TMS en fMRI onderzoek, en laat evidentie zien voor een bijdrage van V1 aan de formatie van door leren geïnduceerd visueel vaardigheidsgeheugen. Psychofysische experimenten wijzen

uit dat de mechanismen van plasticiteit, die betrokken zijn bij geheugenformatie, geheugensporen teweeg brengen die hoogst veranderlijk blijven in plaats van ten volle geconsolideerd te worden. Het TMS experiment toonde een bijdrage van V1 aan plastische processen volgend op het einde van een allereerste trainingssessie. Dit vraagt om het herzien van zeer invloedrijke theorieën over perceptueel leren. In visuele vaardigheidstaken die een verhoogde gevoeligheid voor stimulus contrast vereisen, vonden we dat perceptueel leren zeer locatie specifiek is. Bovendien vonden we een verhoging in het fMRI signaal dat gelinkt wordt aan een laag contrast komend uit een reeks van stimuluscontrasten waarvoor proefpersonen de grootste vooruitgang in performantie laten zien. Helaas waren de effecten te klein om een onvoldongen bewijs te vormen voor de hypothese dat leren een vorm van 'hard-wiring' van aandacht is.